Nicht f. d. Austausch

Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Hirnforschung Berlin-Buch
(Direktor: Prof. Dr. Oskar Vogt)

Die bioelektrische Tätigkeit der Großhirnrinde im normalen Schlaf und in der Narkose durch Schlafmittel

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der

Medizinischen Doktorwürde

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Berlin

vorgelegt von

Rudolf Klaue

aus Bockwitz

Tag der Promotion: 5. Mai 1937

Johann Ambrosius Barth in Leipzig

M 112

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. R. Siebeck

Referent: Prof. Dr. W. Heubner

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderdruck aus

Journal für Psychologie und Neurologie

Band 47 (1937) Heft 5

Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

Seite

I. Methodik 510
II. Ergebnisse 512
1. Normaler Schlaf 513
2. Schlaf durch Hypnotica 518
a) Chloralhydrat- und Veronalwirkung auf die Großhirnrinde der Katze 518
b) Chloralhydrat- und Veronalwirkung auf die Area praecentralis granularis des Kaninchens 524
III. Anatomischer Teil 525
IV. Zusammenfassung der Ergebnisse 529
Schrifttum 530

I. Methodik

Die vorliegenden Untersuchungen über den Schlaf gehen aus von den umfangreichen bioelektrischen Untersuchungen, die Kornmüller an den einzelnen zentralnervösen Grisea durchgeführt hat. Seine bioelektrische Lokalisationsmethode unterscheidet sich von den Registrierungen des Elektrenkephalogramms von Berger dadurch, daß bei letzteren vom Schädel als Ganzes abgeleitet wird und keine lokalisatorischen Daten gewonnen werden, während die Lokalisationsmethode jedes einzelne Hirnrindenfeld und Griseum überhaupt gesondert in seiner bioelektrischen Tätigkeit erfassen läßt und außerdem durch die Tatsache der Architektonik fundiert wird.

Die Feldeigenströme (Kornmüller) sind diejenigen elektrischen Potentialschwankungen, die bei Ausschaltung äußerer Reize von den einzelnen Hirnrindenfeldern und zentralnervösen Grisea abzuleiten sind. Sie sind in ihrer Ablaufsform je nach Ableiteort spezifisch. Die Typen dieser Feldeigenströme stellen sozusagen den Maßstab für die Abänderungen im Schlaf dar.

In letzter Zeit berichteten die amerikanischen Forscher Loomis, Harvey und Hobart über Abänderungen des Bergerschen Elektrenkephalogramms im menschlichen Schlafe. Sie stellten dabei charakteristische Änderungen der

Kurvenform und der Amplitudengröße fest. Über den Sitz der Schlafabänderung und über die Tätigkeit einzelner Zentren konnte mit Hilfe der Bergerschen Methode allerdings noch nichts Sicheres ausgesagt werden. Neuerdings hat Bremer Mitteilung gemacht über den Berger-Rhythmus der Katze im Schlaf unter speziellen Versuchsbedingungen und in der Narkose durch Stoffe der Barbitursäurereihe.

Zur Ableitung und Aufzeichnung der bioelektrischen Erscheinungen wurde der von Tönnies (Dtsch. Z. Nervenheilk. *1933*, 130) konstruierte Neurograph verwendet.

Um in jeder Lage des Versuchstieres eine einwandfreie Ableitung zu garantieren, wurden in Anlehnung an W. R. Hess die Elektroden mittels eines Elektrodenhalters am knöchernen Schädel befestigt. Die besondere Natur der bioelektrischen Registrierungsmethode stellte allerdings spezielle Anforderungen an die Befestigung der Elektroden und des Halters. In langdauernden Schlafversuchen mußten infolge der hohen Empfindlichkeit der Verstärkerapparatur Erschütterungen der Elektroden peinlichst vermieden werden. Die Halter wurden aus Novotext gefertigt. Sie isolieren gut und besitzen eine große Widerstandsfähigkeit gegenüber Auskochen und Einwirkungen organischer Substanzen. Der Durchmesser beträgt 8 mm, die Dicke 3 mm. Die Befestigung am Schädel geschah mit Hilfe zweier Schrauben. Am Halter selbst wurden zwei Bohrungen im Abstande von 4 mm angebracht, die als Führung für die Elektroden dienten. Die Befestigung der Elektroden im Halter wurde erreicht durch zwei seitlich angebrachte Schräubchen, deren Spitzen mit Hartgummi ausgefüllt wurden, um bei Abplatzen der Lackisolierung Störungen in der Registrierung der Stromschwankungen zu verhindern. Bei den ersten Versuchen wurden Halter dieser Art, aber

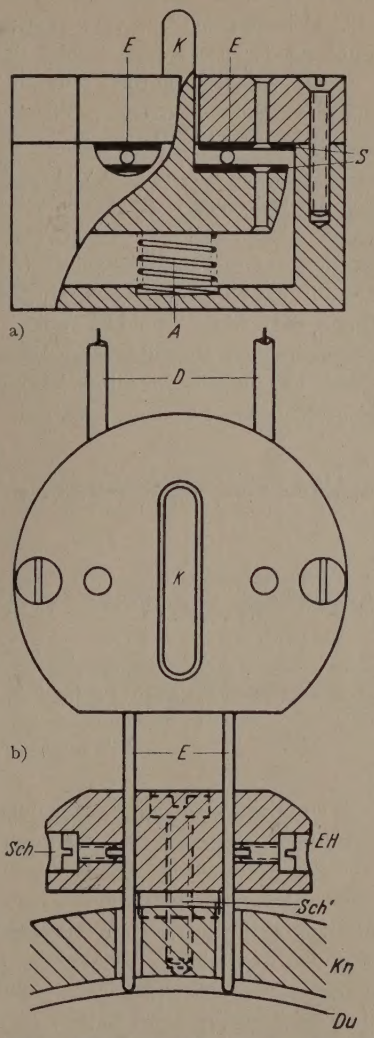
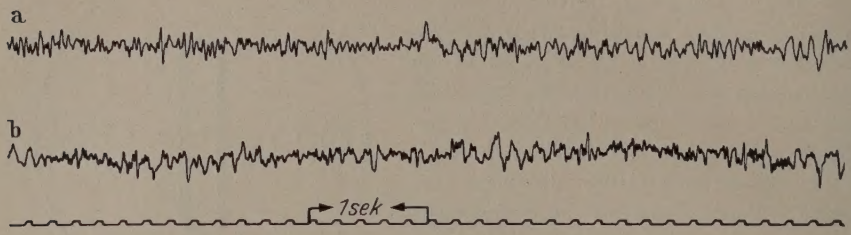


Abb. 1. Elektrodenklemme und Halter
a) Klemme von der Elektrodenseite gesehen (rechte Hälfte geschnitten). E = Elektroden im Querschnitt, S = Silberlamellen, A = Andrückfeder, K = Andrückknopf für die Feder zum Spreizen der Lamellen
b) Elektrodenhalter mit Klemme in situ. E = Elektroden, K = Andrückknopf, EH = Elektrodenhalter im Querschnitt, Sch = Schraube zur Fixierung der Elektroden im Halter, Sch' = Schraube zur Fixierung des Halters am Knochen, D = Ableitedrähte, Kn = Knochenquerschnitt, Du = Dura

mit kleineren Maßen, verwendet; sie bewährten sich nicht, da eine sichere Führung der Elektroden infolge der geringeren Stärke nicht zu erreichen war.

Die Versuche wurden teils mit 1 mm starken, 25 mm langen, unten abgeplatteten Silberelektroden, teils mit gleichlangen, 0,5 mm dicken, unten zugespitzten Stahlnadelelektroden ausgeführt. Eine einwandfreie Isolierung wurde erreicht durch Einbrennen von Isolierlack. 0,5 mm der Elektrodenenden blieben von der Isolierung frei. Den beiden Führungsbohrungen des Halters entsprechend wurde der Schädel bis zur Dura angebohrt. Die unten abgeplatteten Silbernadeln wurden auf die Dura aufgelegt (Abb. 1b), während die Stahlnadeln durch die Dura in das Rindengrau eingestochen wurden. Die in Abb. 2 zu sehenden Kurventypen, die beide von Feld **21** zweier verschiedener Versuchstiere gewonnen wurden, zeigen in dem abgebildeten Eigenstrom keine faßbaren Unterschiede: Kurve a wurde mit aufgelegten Silberelektroden erhalten, Kurve b mit in das Rindengrau eingestochenen Stahlnadelelektroden.



Kurve a: erhalten mit auf die Dura aufgelegten Silbernadelelektroden
Kurve b: erhalten mit in die Hirnrinde eingestochenen Stahlnadelelektroden

Abb. 2. Eigenstrombild eines Rindenfeldes

Um das Versuchstier nicht durch Dauerbefestigungen von Ableitedrähten zu belästigen und am Schlaf zu hindern, wurde eine Kontaktklemme gebaut, die sich sehr leicht auf die Elektroden aufsetzen und wieder abnehmen läßt (Abb. 1a). Diese Klemme besteht wie der Halter aus Novotext, je zwei feinen Silberblechen als Kontaktflächen, die durch eine Federbelastung aufeinander gepreßt werden, und den angelöteten Ableitedrähten. Die Kontaktklemme zeichnet sich durch geringes Gewicht und leichte Handhabung aus. Es ist niemals vorgekommen, daß die Tiere versucht haben, sich die Klemme vom Kopf zu streifen.

II. Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden an einem umfangreichen Versuchsmaterial gewonnen. Zu Kontroll- und Vergleichszwecken fanden parallellaufende Untersuchungen über den Einfluß von Chloralhydrat und Veronal auf einzelne architektonische Felder am trepanierten Kaninchen statt; in diesen Experimenten wurde unipolar mit unpolarisierbaren Tonstiefelelektroden abgeleitet. Die im folgenden genauer beschriebenen Versuche und gezeigten Abbildungen sind nur ein kleiner Ausschnitt aus der Versuchsserie, in welcher die Ergebnisse im Prinzip immer gleichlauten.

1. Normaler Schlaf

Die Operation zum Zwecke der Halterbefestigung wurde immer in tiefer Äthernarkose ausgeführt: Spaltung der Haut und der Kopfschwarte, Abpräparieren der Schädelmuskulatur soweit als notwendig und Anbringung der Bohrlöcher auf der linken bzw. rechten Hemisphäre; nach Befestigung des Halters und Einstich der Elektroden in die Hirnrinde Verschluß der Wunde. Bei Operationen unter streng aseptischen Bedingungen und bei solchen unter weniger guter

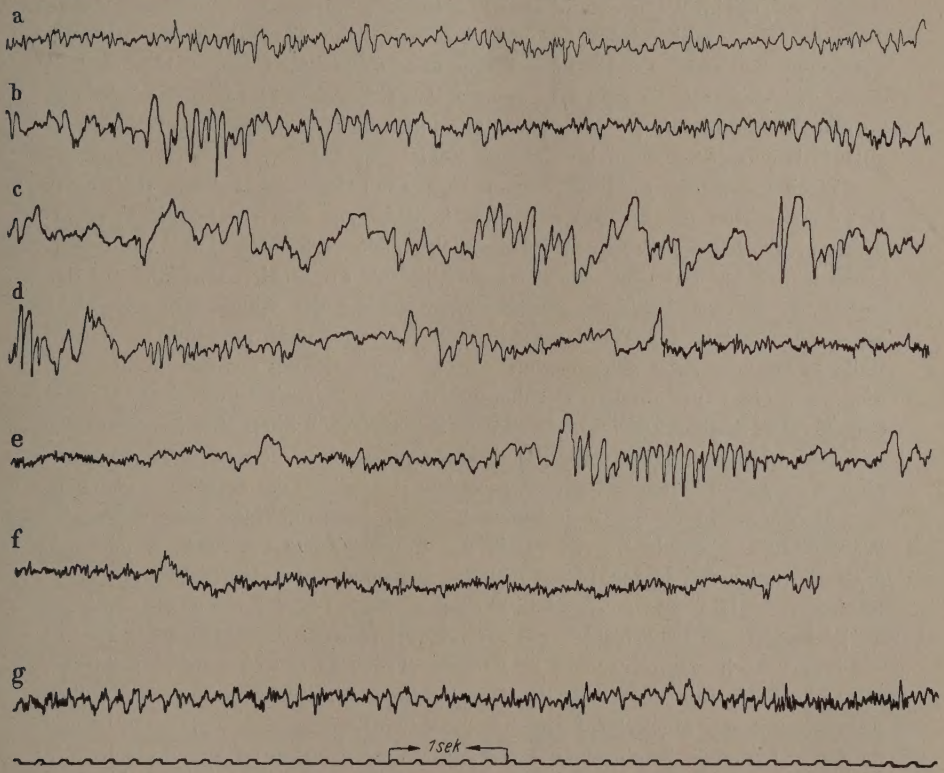


Abb. 3. Elektrobiologische Spannungsabläufe im Feld **21** einer normal schlafenden Katze

Asepsis war der Wundverlauf immer gleichmäßig gut. Nach einigen Tagen trat allerdings regelmäßig eine stärkere Fremdkörpereiterung ein, die sich jedoch nicht auf die Hirnhäute bzw. auf das Gehirn selbst ausbreitete. Eine sofort vorgenommene Ableitung ergab ein bioelektrisches Kurvenbild, das aber infolge der Ätherwirkung nicht als normaler Feldeigenstrom im Kornmüllerschen Sinne angesehen werden kann. Ungefähr 24 Stunden nach der Operation waren meist wieder physiologische Bedingungen vorhanden, so daß Registrierungen aus dem Wach- und Schlafzustand vorgenommen werden konnten.

Streifen *a* der Abb. 3 stellt den Eigenstrom des Feldes **21** dar. Die Katze schnurrte zu diesem Zeitpunkt, bewegte und leckte sich. Die durchschnittliche

Frequenz der Wellen betrug 13 Hertz. Der Typus dieses Eigenstromes wird aus ziemlich raschen Abläufen mit kleinen Amplituden und aus etwas trägeren Abläufen mit größeren Amplituden gebildet.

Streifen *b* zeigt die Abänderung dieses Feldeigenstromes im Zustand des Einschlafens. Das Tier lag zusammengerollt, reagierte aber sofort auf jeden äußeren Reiz. Einige Sekunden nach Augenschluß, in normaler Schlafhaltung, traten ganz plötzlich im Strombilde des Wachzustandes mehrere Spannungsabläufe auf, die im Wachzustand nie zu beobachten waren. Sie zeigten eine starke Zunahme der Amplitudengröße und eine erhebliche Steigerung der mV-Produktion pro Sekunde. Die Frequenz betrug durchschnittlich 8 Hertz. Nach Ablauf dieser Perioden trat bis zum Übergang in den sicheren Schlaf immer wieder das normale Wachbild auf. Die im Einschlafstadium aufgetretenen großen Spannungsabläufe beherrschten dann im sicheren Schlaf das Bild.

Streifen *c* wurde 30 Minuten nach Einnahme der Schlafhaltung registriert. Das Versuchstier befand sich sicher im Schlaf. Von den regelmäßigen, periodischen Abläufen des Streifens *a* ist hier nichts mehr vorhanden. Die Amplitudengröße ist bis auf das dreifache gestiegen, die mV-Produktion ungefähr auf das zweifache. Ein regelmäßiger, gesetzmäßiger Verlauf der Wellen läßt sich nicht erkennen. Schläft das Tier weiterhin ruhig, so tritt ganz plötzlich, in diesem Falle 35 Minuten nach Schlafbeginn, eine zweite Änderung des Strombildes auf, die wohl einer maximalen Beruhigung der Großhirnrindentätigkeit an der betreffenden Stelle entspricht. In diesem Schlafversuch blieb aber innerhalb der nächsten 3 Minuten die Änderung nicht konstant, sondern die Ruhepausen wurden ab und zu von Abläufen unterbrochen, welche denjenigen des Streifens *c* gleichen.

In den Streifen *d* und *e* sind diese hin- und herpendelnden Änderungen des Kurvenbildes abgebildet. An Stelle der unregelmäßigen 8-Hertz-Wellen mit großen Amplituden traten kleine Abläufe mit ungefähr 20 Hertz Frequenz auf. Nach kurzem Hin- und Herpendeln der beiden Typen hörten die großen Abläufe auf; von jetzt ab beherrschten die raschen Frequenzen das Bild. Der Zustand des immer noch ununterbrochen schlafenden Tieres hatte sich insofern geändert, als gleichzeitig mit dem Eintritt der Beruhigung im Strombilde eine völlige Entspannung der Muskulatur auftrat, die Atemfrequenz sich verlangsamte und häufige Zuckungen in einzelnen Extremitäten zu beobachten waren.

Streifen *f* zeigt den elektrobiologischen Zustand im tiefen Schlaf. Die mV-Produktion ist gegenüber der Norm auf ungefähr die Hälfte gesunken.

In Streifen *g* sieht man das Strombild nach Aufwachen der Katze, nachdem sie ununterbrochen 70 Minuten geschlafen hatte. Dieser Streifen *g* entspricht der Kurve a. Die Spannungsabläufe der beiden Registrierungen sind weitgehend ähnlich. Das Großhirn arbeitete nach diesem lang andauernden Schlaf genau wieder wie im Wachzustand vorher.

Auf Grund der auch in den übrigen Versuchen immer wieder gemachten Feststellungen kann man den natürlichen Schlaf in Hinsicht auf den elektrobiologischen Tätigkeitszustand bestimmter Großhirnrindenfelder in zwei Haupttypen gliedern. Nach dem Einschlafen kommen die Katzen zuerst immer in denjenigen Schlafzustand, welcher bioelektrisch gekennzeichnet wird durch eine

unregelmäßige Spannungsproduktion, die im Durchschnitt doppelt so hoch wie diejenige des Wachzustandes ist. Man kann diesen Abschnitt des normalen Schlafes als erstes bioelektrisches Schlafstadium bezeichnen. Es tritt immer auf. Das zweite Schlafstadium dagegen ist bioelektrisch gekennzeichnet durch eine starke Herabsetzung der Spannungsproduktion, die wiederum weit unter dem

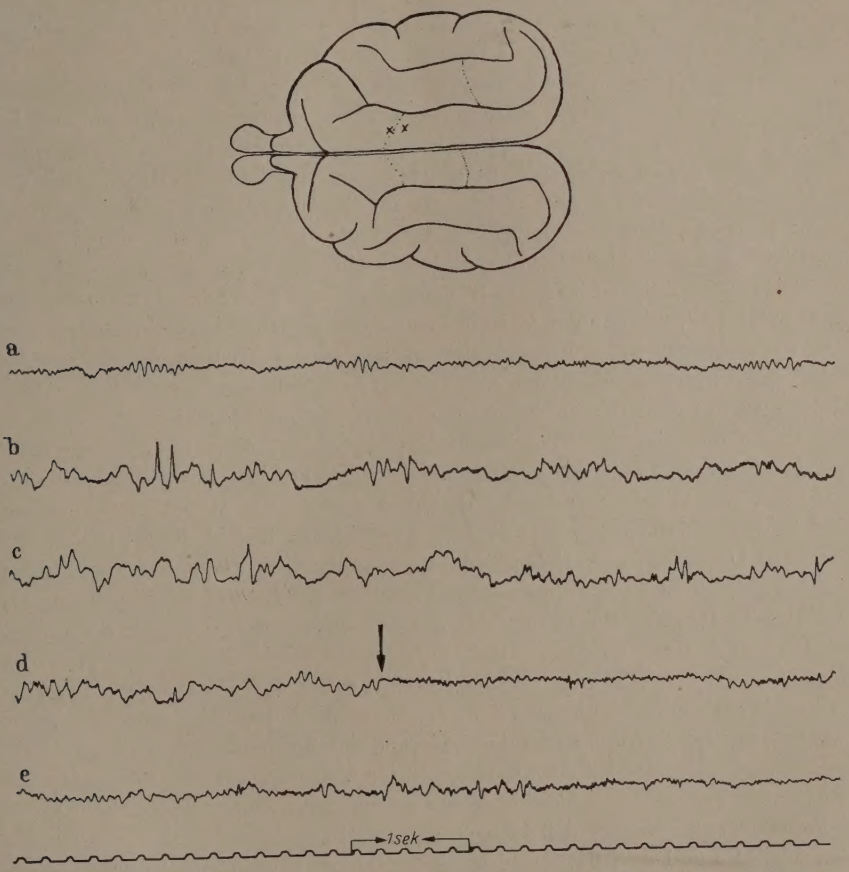


Abb. 4. Elektrobiologische Spannungsabläufe vom Feld **5a** einer normal schlafenden Katze

elektrischen Energiewechsel des Wachzustandes liegt. Die Tiere befinden sich dabei im tiefsten Körperschlaf. Ein Übergang vom zweiten zum ersten Schlaftypus und ein mehrmaliges Hin- und Herschwanken wurde oft beobachtet. (Streifen *d* und *e* der Abb. 3). Der Tätigkeitszustand der Großhirnrinde steht also in direkter Wechselbeziehung zur Schlaftiefe, oder anders ausgedrückt: im tiefsten Schlaf ruht die Tätigkeit der Großhirnrinde, während im ersten Schlafstadium, also im Anschluß an das Einschlafen, deren Tätigkeit gegenüber dem Wachzustand, bioelektrisch gesehen, gesteigert ist.

Abb. 4 gibt die Versuchsergebnisse von Feld **5a** der Katzengroßhirnrinde wieder. In diesem Falle wurden die Bohrlöcher auf der rechten Hemisphäre angelegt, und zwar ungefähr in der Mitte zwischen Kranznaht und Prot. occip. externa, über dem Gyrus marginalis.

Streifen *a* zeigt den Eigenstrom dieses Feldes, also die Spannungsabläufe im Wachzustand. Es handelt sich um einen periodischen Wechsel von jeweils 5—8 Abläufen mit größeren Amplituden, deren Frequenz 12—14 Hertz beträgt, und kleinen Abläufen mit einer Frequenz von 16—18 Hertz.

Streifen *b* zeigt wieder Verhalten dieses Rindengebietes im Schlafanfang. Trotzdem diesmal ein völlig anderes Rindengebiet geprüft wurde, ergibt sich im Prinzip die gleiche Art der Änderung des Spannungsablaufes im Schlafbeginn und in den beiden Schlafstadien: die Spannungsproduktion als Ausdruck der Großhirnrindentätigkeit geht nicht mehr im Rhythmus des Wachzustandes vor sich; es tritt vielmehr eine Spannungsproduktionserhöhung ein, die wiederum ungefähr das zweifache des Feldeigenstromes beträgt. Wie diese Steigerung der Großhirnrindentätigkeit im ersten Schlafstadium, also doch schon im Zustande des „Hirnschlafes", mit der von v. Economo angenommenen partiellen Absperrung der zu- und abführenden Erregungsleitung und einer partiellen Ausschaltung des Bewußtseins im Zusammenhang steht, bedarf noch einer genauen Prüfung. Diese kann aber mit Hilfe der durchgeführten Experimente noch nicht gegeben werden.

Streifen *c* zeigt das Verhalten im ersten Schlafstadium und im Streifen *d* sieht man an der Pfeilmarkierung den plötzlichen Übergang in das zweite Schlafstadium, also in den Zustand des tiefsten Schlafes. Ein Hin- und Herpendeln der beiden Schlaftypen, wie es in Abb. 3 gezeigt ist, trat in diesem Falle nicht ein. Der Übergang in den tiefen Schlaf geschah plötzlich. Die großen Amplituden hörten auf und machten Frequenzen von ungefähr 20 Hertz Platz. Eine maximale Beruhigung trat ein. Weckt man das Tier aus diesem zweiten Schlafstadium auf, so tritt nach einer Latenzzeit von 30 Sekunden wieder der Normaltypus des Wachzustandes auf. Diese Latenzzeit fehlt, wenn das Versuchstier aus dem ersten Schlafstadium aufgeweckt wird. Dann wird der Feldeigenstrom sofort wieder registriert. Diese Form der Änderung der Spannungsabläufe im Wachen und Schlafen hat sich bei allen durchgeführten Versuchen an den verschiedensten Rindenfeldern immer in gleicher Weise gezeigt. Es ist selbstverständlich von vornherein anzunehmen, daß je nach dem anatomischen Bau des betreffenden Rindenfeldes und dem davon abhängigen Feldeigenstrom ebenfalls der Kurvenablauf im ersten und zweiten Schlafstadium abgeändert wird. Die durchschnittliche Frequenz der Schwingungen im zweiten Schlaftypus der eben beschriebenen und anderer Versuche beträgt 20 Hertz, und zwar gilt das für alle untersuchten Rindenfelder.

Die Abb. 5 und 6 geben von Feld **3a** und der Area striata noch einmal die gleichen Befunde wieder. Die Streifen *a* zeigen jedesmal die Eigenströme der betreffenden Felder; die Streifen *b* den bioelektrischen Tätigkeitszustand im ersten Schlafstadium. Streifen *c* zeigt wieder die maximale Beruhigung im tiefen Schlaf. Die Ergebnisse dieser beiden Versuche stammen von zwei weit voneinander entfernten Rindengebieten.

Über die Dauer der beiden bioelektrischen Schlaftypen läßt sich nichts Generelles sagen. An vielen Tieren konnte innerhalb eines Schlafzustandes, auch bei länger anhaltendem Schlaf, oft nur das erste Stadium beobachtet werden. Bei anderen Versuchen am gleichen Tier zeigte sich erst nach langem Andauern

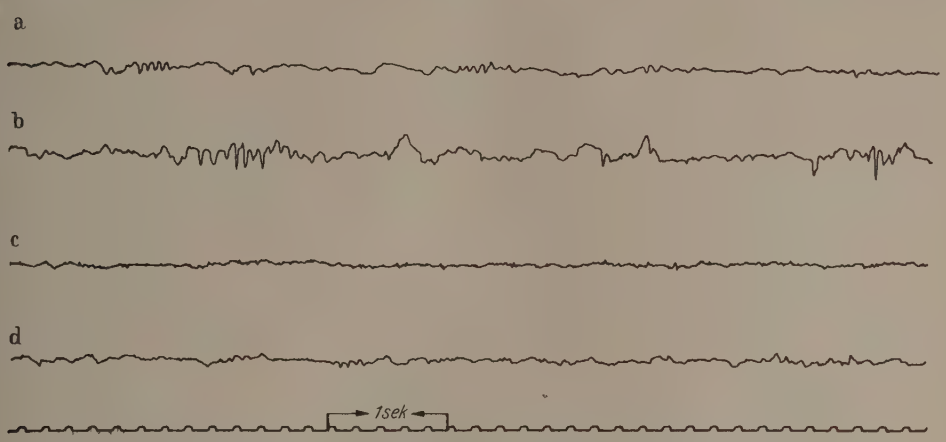


Abb. 5. Elektrobiologische Spannungsabläufe des Rindenfeldes **3a** der normal schlafenden Katze

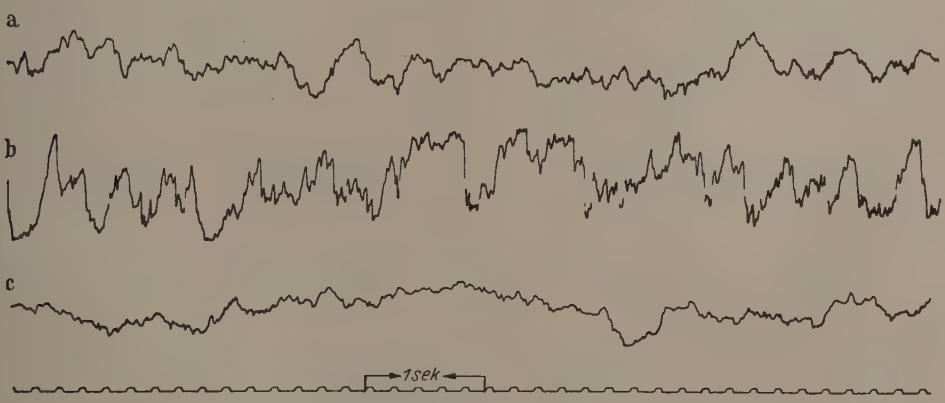


Abb. 6. Spannungsabläufe im Normalschlaf der Katze von der Area striata

des gesteigerten elektrischen Energiewechsels die maximale Beruhigung des zweiten Schlafstadiums und oft trat schon nach sehr kurzem ersten Schlafstadium das zweite ein. Über die zeitliche Beziehung der beiden Schlaftypen zum gesamten Schlafzustand bestehen also keine feststehenden Regeln. Gewöhnung an Umgebung, Sättigungsgrad und die Tageszeit spielen wohl dabei die ausschlaggebenden Rollen.

Die Änderung des Stromablaufes beim spontanen Aufwachen und beim künstlichen Erwecken dagegen geht immer in gleicher Weise vor sich (siehe oben). Niemals wurde beim Aufwecken durch äußere Reize aus dem zweiten Schlafstadium das Auftreten einer Phase mit gesteigerter elektrischer Tätigkeit registriert. Nach der Latenzzeit wurde immer gleich der normale Wachstrom erhalten. Oft kam es allerdings minutenlang vor dem spontanen Aufwachen zum Übergang vom zweiten in das erste Schlafstadium. Beim Erwachen setzten dann sofort die Wellenabläufe des Wachzustandes ein.

2. Schlaf durch Hypnotica

Nachdem 2—3 Tage hintereinander die verschiedenen Kontrollableitungen im normalen Schlafe vorgenommen wurden, erhielten die gleichen Tiere Hypnotica intraperitoneal, um die Wirkung dieser Stoffe auf die Großhirnrinde festzustellen. Somit war die Möglichkeit gegeben, auftretende Unterschiede der Großhirntätigkeit im natürlichen Schlaf und in der künstlich erzeugten Narkose aufzuzeichnen, und die Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Nach Pick und Molitor soll man die Hypnotica in Rinden- und Stammittel unterteilen können. Die in der Gruppe der Rindenmittel aufgeführten Schlafmittel sollen zuerst an der Großhirnrinde angreifen, und später eine Wirkung auf den Hirnstamm ausüben. Die Hirnstammhypnotica dagegen sollen ihren ersten Angriffspunkt im Schlafsteuerungszentrum selbst oder in dessen Umgebung haben. Verwendet wurden in den Schlafmittelversuchen als Typ des „Rindenmittels" das Chloralhydrat, als Typ des „Stammittels" das Veronal. Leider war es nicht möglich, beide Mittel hintereinander an einem Tier anzuwenden, da infolge der ziemlich hohen Dosen eine Dauerschädigung nicht ausgeschlossen werden konnte. Rein äußerlich ist die Narkose durch Schlafmittel vom normalen Schlaf unterschieden durch die erst allmählich eintretende Wirkung und der nicht beliebigen Unterbrechbarkeit. Grundsätzliche Unterschiede fanden sich auch im bioelektrischen Verhalten der Rindenfelder, also im Tätigkeitsablauf des Cortex (vgl. Abb. 7!).

a) Chloralhydrat- und Veronalwirkung auf die Großhirnrinde der Katze

Die 3300 g schwere Katze erhielt 0,6 g Veronal in 8 ccm Wasser (mit geringem Zusatz von Natronlauge zur besseren Löslichkeit) gelöst intraperitoneal appliziert. Vor der Giftgabe wurde eine 5 Minuten lange Kontrollableitung vorgenommen. Streifen *a* der Abb. 7 (3 Tage nach der Operation), zeigt dasselbe Bild wie Streifen *a* der Abb. 3. Streifen *b* wurde 10 Minuten nach Giftgabe erhalten. Der Grundtypus ist noch vorhanden, eine Einwirkung des Giftes noch nicht zu bemerken. Das Tier war in dieser Zeit noch von der Injektion aufgeregt, lief im Käfig umher und ließ sich nicht anfassen. Allmählich trat Beruhigung ein; die Katze begab sich mit geschlossenen Augen in Schlafstellung.

Streifen *c* gibt — 32 Minuten nach Giftgabe — den bioelektrischen Rindenzustand in eben eingenommener Schlafstellung wieder. Die Kurve zeigt noch keinerlei Abweichung vom Normalzustand vor dem Einschlafen. Auch hier treten zuerst vereinzelt die periodischen Abläufe mit den gesteigerten Amplituden

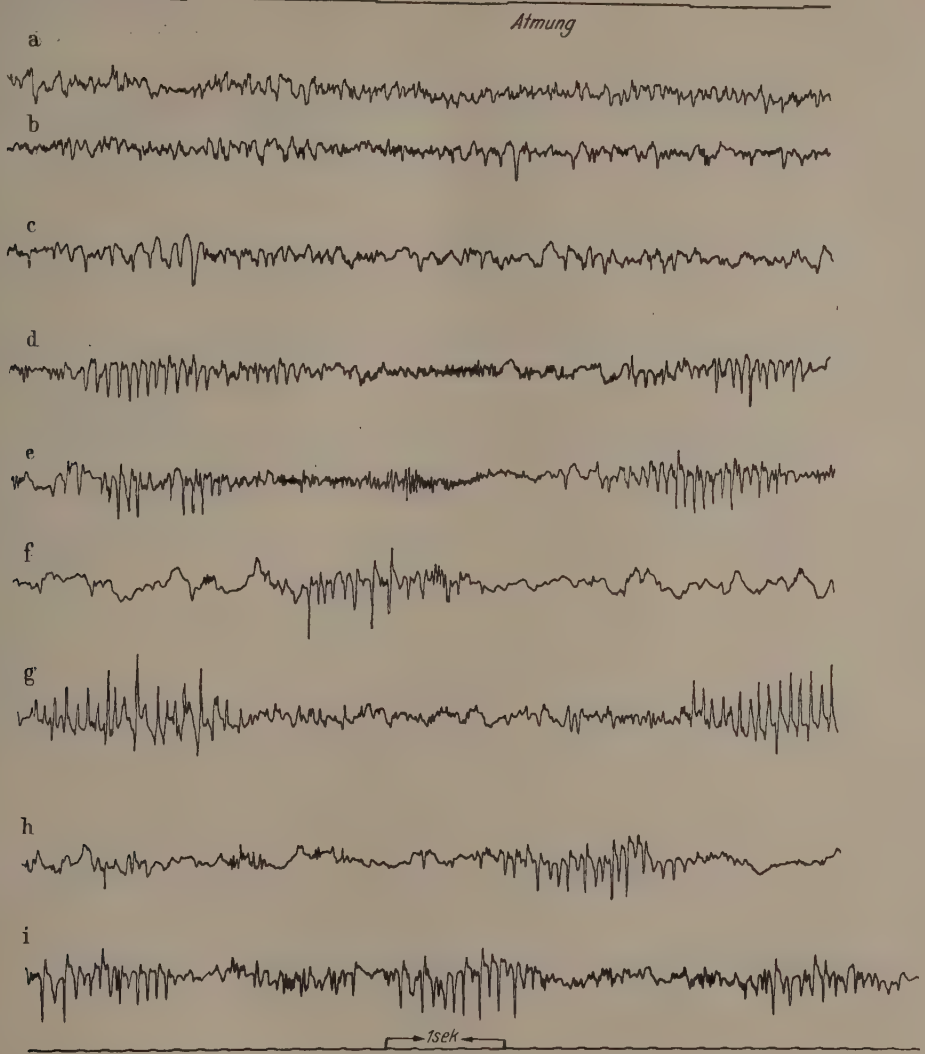


Abb. 7. Elektrobiologische Spannungsabläufe im Feld **21** einer unter Veronalwirkung stehenden Katze

auf, welche auf Streifen *b* der Abb. 3 bei der Registrierung des Einschlafzustandes erhalten wurden. 50 Minuten nach der Injektion schlief das Tier fest; durch leichte Reize, die schon genügen, um ein normal schlafendes Tier aufzuwecken, war es nicht mehr zu beeinflussen. Jetzt trat plötzlich ein ganz neuer Stromtypus auf (Streifen *d* und *e*), dessen Kennzeichen ein Wechsel von streng periodisch ablaufenden spitzen Zacken mit großer Amplitude und dazwischen liegenden sehr raschen Abläufen ist. Jede Periode enthält 13—20 solcher steilen Zacken

mit einer Frequenz von 12 Hertz. Diese plötzlich aufgetretenen, gesteigerten Spannungsabläufe[1]) sind von der Art, wie sie Kornmüller als Krampfzacken und Krampfstromabläufe beschreibt. Die Krampfstromentladungen[2]), hervorgerufen durch die intraperitoneale Veronalapplikation, dauern über Stunden an; die längste aufgeschriebene Einzelperiode hatte 2 Sekunden Dauer. Zwischen den einzelnen Krampfstromentladungen laufen sehr rasche, kleine Frequenzen von ungefähr 30 Hertz ab. Diese raschen Schwankungen stimmen überein mit den von gleichen und anderen Rindenfeldern erhaltenen Spannungsabläufen in tiefster Äthernarkose. Auch Range erhielt bei bioelektrischen Versuchen über Chloroformwirkungen auf Rindenfelder des Kaninchens Phasen, in denen die gleichen Stromtypen registriert werden konnten.

100 Minuten nach Giftgabe wurde Streifen *f* abgeleitet. Die vorher beschriebenen periodischen Krampfstromabläufe hielten an, aber die 30 Hertzwellen verschwanden bis auf geringe Reste und machten trägen Schwankungen mit gleicher Amplitude Platz, die den von Kornmüller beschriebenen Erschöpfungszuständen nach Krampfströmen entsprechen. Dieser Stromtypus dauerte über 90 Minuten, ohne eine Abweichung zu zeigen. Während dieser ganzen Zeit befand sich das Tier in linker Seitenlage, den Rücken durchgestreckt, den Kopf etwas dorsalflektiert. Die Pfoten, besonders die Vorderpfoten, waren in einer dauernden Streckstellung. Träge Spontanbewegungen der Extremitäten und des Kopfes wurden zeitweilig ausgeführt, ohne daß dabei ein Abheben von der Unterlage zustande kam. Der Cornealreflex fiel schwach positiv aus; auf Kneifen im Ischiadicusgebiet keinerlei Reaktion. Ab und zu führte das Tier spontane Leckbewegungen aus.

3 Stunden 15 Minuten nach Giftgabe wurde Streifen *g* registriert. In den Pausen zwischen den einzelnen Krampfstromabläufen traten wieder raschere, kleinere Frequenzen auf (Streifen *g* und *h*). In Streifen *i*, der $5^1/_2$ Stunden nach Veronalgabe aufgenommen wurde, machte sich schon eine beginnende Restitution bemerkbar. Am Versuchstier selbst waren äußerlich noch keine Veränderungen gegenüber dem eben beschriebenen Zustand zu beobachten.

Der Zeitpunkt des Eintritts der Veronalwirkung ist wesentlich abhängig, bei gleicher Applikationsart, von der Dosis des Giftes und natürlich auch von der Tierart (siehe die späteren Kaninchenversuche). Auch die individuelle Beschaffenheit spielt eine Rolle, was immer wieder beobachtet werden konnte.

Die Ergebnisse der Abb. 8 wurden am gleichen Tier erhalten, wie die Ergebnisse des Normalschlafversuches in Abb. 4. Gespritzt wurde hier das Chloralhydrat als Vertreter der „Rindenmittel". Das Gewicht der Katze betrug 2300 g. Sie erhielt 0,3 g Chloralhydrat pro kg, die Gesamtmenge in 6 ccm destilliertem Wasser aufgelöst. 10 Minuten vor der Giftgabe wurde der Feldeigenstrom

[1]) Für den Berger-Rhythmus wurde von Bremer auch eine Steigerung an der Katze bei Einwirkung von Stoffen der Barbitursäurereihe festgestellt.

[2]) Diese Steigerung des elektrischen Energiewechsels erreicht nicht die maximale Größe, die bei lokaler, direkter Einwirkung zu beobachten ist.

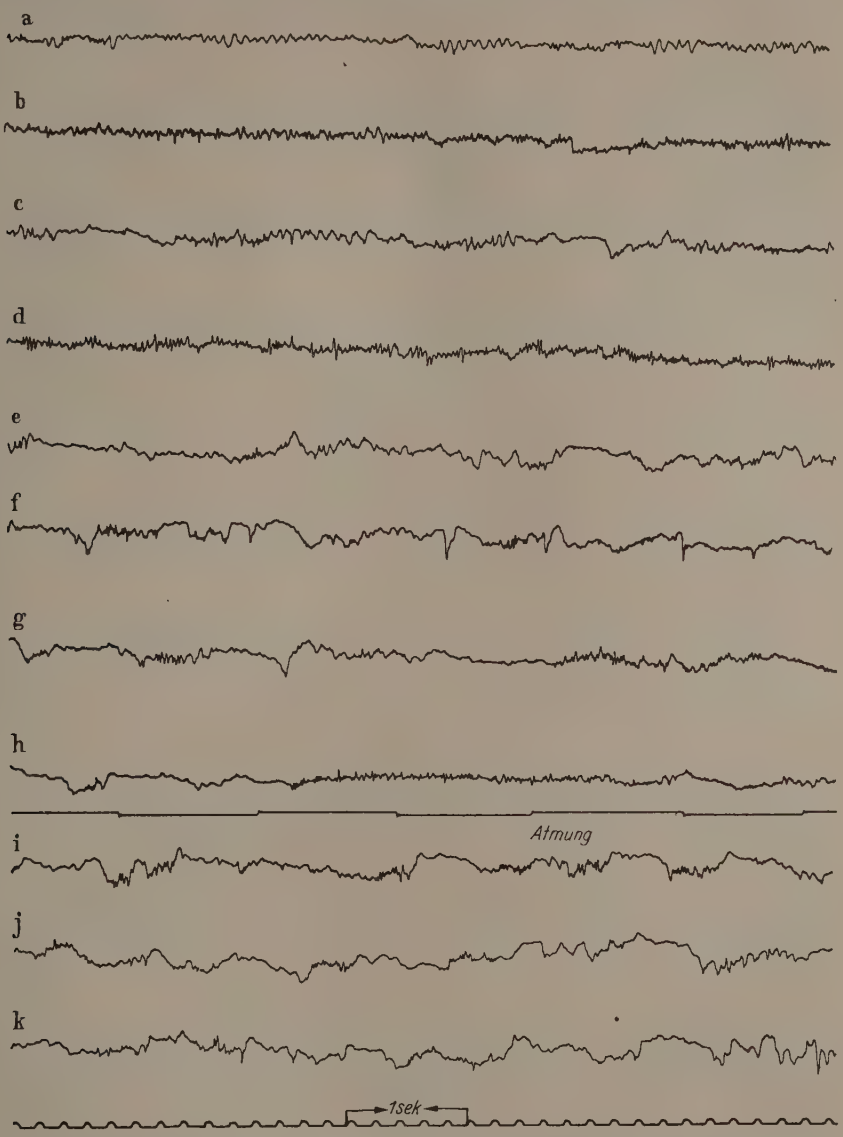


Abb. 8. Elektrobiologischer Tätigkeitszustand des Feldes **5a** der Katze bei Chloralhydrateinwirkung

registriert (Streifen *a*), der gegenüber den Wachkurven, die an den beiden vorhergehenden Tagen abgeleitet wurden, keine Änderungen zeigt (Streifen *a* der Abb. 4).

Streifen *b* wurde 3 Minuten nach Injektion registriert. Die regelmäßigen Perioden des Streifens *a* sind verschwunden und haben kleinen Abläufen mit höherer Frequenz Platz gemacht. Ein deutlicher Einfluß des Chloralhydrats auf

die bioelektrische Tätigkeit war also schon nach dieser kurzen Zeit nachzuweisen. Äußerlich traten die ersten Müdigkeitserscheinungen 20 Minuten später auf, und dann begann das Tier auch zu schlafen. Die dabei eingenommene Schlafhaltung entsprach nicht der normalen. Es befand sich z. B. in sitzender Stellung, Schnauze und Nase auf den Boden aufgedrückt. Nach Schlafphasen von 3 bis 5 Minuten Dauer änderte das Versuchstier spontan seine Lage mit taumelnden, unsicheren Bewegungen, anschließend immer wieder Weiterschlafen ohne Wachzustand.

Streifen *c* zeigt die Tätigkeit der Hirnrinde 30 Minuten nach Giftgabe. Das Tier befand sich zu diesem Zeitpunkt schon im Schlaf. Die im Wachzustand vorhandenen kleinen raschen Frequenzen fielen in diesem Stadium periodenweise aus und machten einer maximalen Beruhigung Platz.

34 Minuten nach der Chloralhydratinjektion trat plötzlich ein neuer Typenwechsel auf (Streifen *d*). Ein Kurvenablauf stellte sich ein, der in sehr raschen, kleinen Abläufen von ungefähr 30 Hertz bestand, und sich kaum unterschied von den früher erwähnten Chloroformbefunden an bestimmten Feldern des Kaninchengroßhirns. Genau die gleiche schnelle Frequenz (30 Hertz) und der gleiche Spannungsablauf wie in Streifen *d* wurde vom gleichen Tier in tiefster Äthernarkose kurz nach der Operation erhalten (Abb. 9).

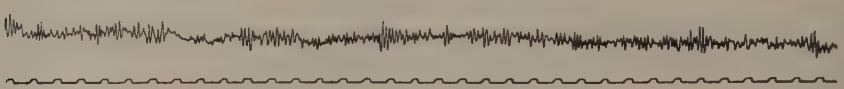


Abb. 9. Feld **5a** in tiefster Äthernarkose

Einige Minuten hielt dieser Kurvenverlauf konstant an, dann trat eine immer mehr wachsende Beruhigung ein. Streifen *e* wurde 45, Streifen *f* 50 Minuten nach Giftgabe registriert. In Streifen *f* traten vorübergehend einzelne träge Schwankungen mit großer Amplitude auf. Die Streifen *g* und *h* wurden 60 und 61 Minuten nach Giftgabe abgeleitet. Sie zeigen die stärkste Chloralhydratwirkung. Von dem ursprünglichen Wachstrom ist überhaupt nichts mehr nachzuweisen. Strecken mit maximaler Beruhigung als Ausdruck für das Nichtarbeiten dieses Rindenfeldes und Strecken mit den schon vorher beschriebenen raschen Wellenabläufen wechseln miteinander ab. Dieses Stadium der stärksten Chloralhydratwirkung hielt in diesem Versuche ungefähr 10 Minuten lang an, und machte dann einer beginnenden langsamen Restitution Platz (Streifen *i* 68, *j* 100 und *k* 135 Minuten nach Giftgabe). Im Laufe der Restitution konnte in diesem und auch in anderen Experimenten niemals der Typus des Streifens *d* beobachtet werden.

Das gleiche Versuchstier erhielt einen Tag später eine letale Dosis von 0,8 g Chloralhydrat intraperitoneal. Abb. 10 zeigt die elektrischen Potentialschwankungen kurz vor und im Exitus des Tieres. Charakteristisch ist wieder der Wechsel von starker Beruhigung und kleinen, raschen Abläufen (Streifen *b*, *c* und *d*). Streifen *e* zeigt an der Pfeilmarkierung den Eintritt des Atemstillstandes. Sofort mit dem Aufhören der Atmung trat auch ein Wegfall der bioelektrischen

Rindentätigkeit ein. Die einzelnen nachfolgenden Schwankungen gingen synchron mit noch einmal auftretenden Zuckungen des Tieres.

Vergleicht man die Wirkung beider Schlafmittel miteinander, so kann man auch elektrobiologisch feststellen, daß das Veronal verhältnismäßig spät nach der Applikation einen Einfluß auf die Großhirnrinde auszuüben beginnt, während die Chloralhydratwirkung bedeutend schneller eintritt. Nach Veronalgaben war bei Katzen schon durchschnittlich in 15—20 Minuten rein äußerlich eine Wirkung zu beobachten, ehe der Einfluß des Giftes auf die betreffenden Rindenfelder registriert werden konnte. Eine sichere und bleibende Änderung trat in dem

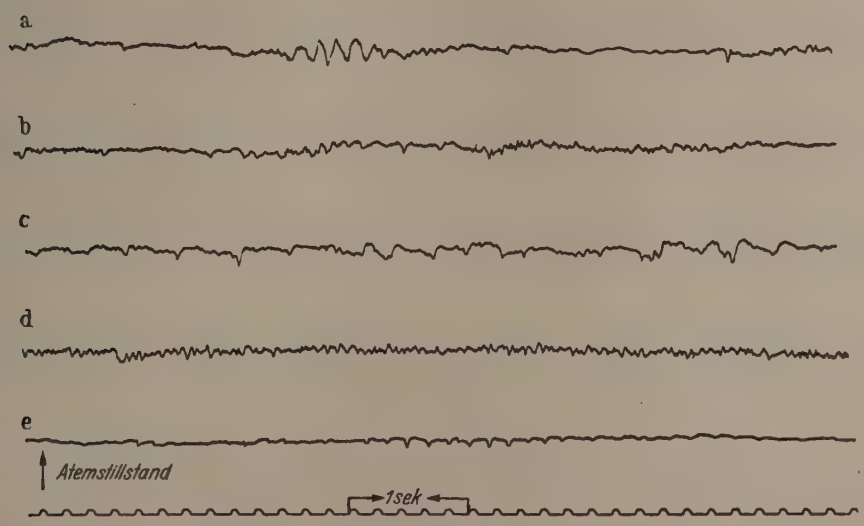


Abb. 10. Aufhören der bioelektrischen Erscheinungen der Hirnrinde mit Eintritt des Atemstillstandes

beschriebenen Versuch erst nach 50 Minuten auf. Chloralhydrat dagegen änderte den bioelektrischen Ablauf schon 3 Minuten nach Applizierung. Auch die Dauer der Einwirkung entsprach den bekannten Eigenschaften dieser Mittel. Die stärkste Veronalwirkung trat ungefähr 3 Stunden nach Giftgabe ein, während die Chloralhydratwirkung ihren Höhepunkt schon nach einer Stunde erreichte. Beide Mittel wirkten auf alle untersuchten Felder ein und riefen den verschiedenen Feldeigenströmen entsprechend auch verschiedenartige Abänderungen hervor. Niemals wurde bei der Chloralhydratwirkung ein Stadium gesehen, welches den kurzen Krampfstromabläufen der Veronaleinwirkung entspricht. Auf Grund der bisher vorliegenden Befunde einen sicheren prinzipiellen Unterschied in der Tätigkeit zwischen Rinden- und Hirnstammittel festzulegen, scheint nicht angängig, da beide Mittel eine ausgesprochene Wirkung auf die Gesamtgroßhirnrinde haben. Veronal ruft dabei auf einigen Feldern sogar Krampfströme hervor.

b) Chloralhydrat- und Veronalwirkung auf die Area praecentralis granularis des Kaninchens

Bei Kontrollversuchen über die Chloralhydrateinwirkung auf Rindenfelder des Kaninchens ergaben sich schon eine Minute nach Injektion Abänderungen der Eigenströme der untersuchten Felder. Die Dosis betrug 0,4 g pro kg. Überraschend war auch hier, trotz unipolarer Ableitung, die Feststellung, daß innerhalb der Chloralhydratwirkung ein Tätigkeitszustand bestimmter Felder der motorischen Region auftritt, welcher bei der Katze in Streifen *d* der Abb. 8 registriert wurde, und auch der in Abb. 9 gezeigten tiefsten Ätherwirkung entspricht.

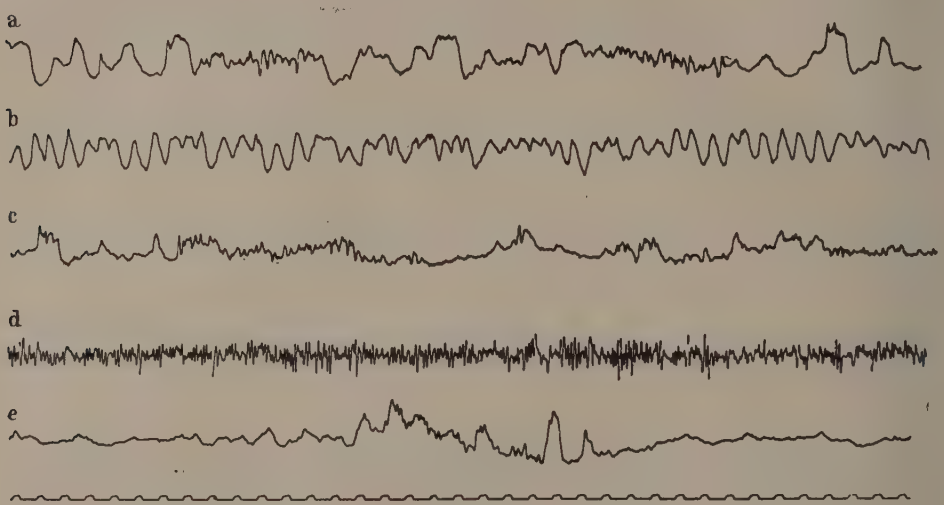


Abb. 11. Elektrobiologische Spannungsabläufe der Area praecentr. granularis des Kaninchens unter Chloralhydrateinwirkung

Abb. 11 gibt das Versuchsergebnis beim Kaninchen wieder. Die Streifen wurden von der Area praecentralis granularis abgeleitet.

Streifen *a* zeigt den normalen Feldeigenstrom vor der Chloralhydratinjektion. Streifen *b* wurde eine Minute nach Injektion aufgenommen. Dieses Schlafmittel, im ganzen wurden 0,8 g gespritzt, hatte eine deutliche Steigerung der Rindentätigkeit dieser Stelle bewirkt (auch an anderen Feldern gleichzeitig Steigerung, wie durch gleichlaufende Registrierungen festgestellt werden konnte). Streifen *c*, der 28 Minuten nach Streifen *b* erhalten wurde, zeigt diesem gegenüber eine starke Beruhigung. Die verschwundenen, raschen Frequenzen des Feldeigenstromes erscheinen wieder. Streifen *d*, 48 Minuten nach Injektion, läßt den schon mehrfach erwähnten Typenwechsel erkennen, der charakterisiert wird durch eine starke Zunahme der Frequenzen. Streifen *e*, 89 Minuten nach Applikation abgeleitet, gibt ähnliche Abläufe wieder, wie sie auch bei der Katze (Abb. 8, Streifen *f* und *g*) immer beobachtet wurden.

In Abb. 12 ist die Wirkung des Veronals dargestellt. Das Tier erhielt 0,7 g des Giftes intraperitoneal appliziert.

Streifen *a* zeigt wieder den bekannten Eigenstrom dieses Feldes. Erstmalig trat nach 17 Minuten eine anhaltende Veränderung der Spannungsabläufe auf (Streifen *b*). Die raschen Frequenzen dauerten länger an und vergrößerten allmählich ihre Amplituden bis auf das dreifache (Streifen *c* 35 Minuten nach Giftgabe). In Streifen *d*, 60 Minuten nach Applikation, wurde wahrscheinlich die maximale Wirkung des Veronals auf das betreffende Rindenfeld registriert. Die gesteigerte Tätigkeit des Cortex, die sich in den krampfstromartigen Span-

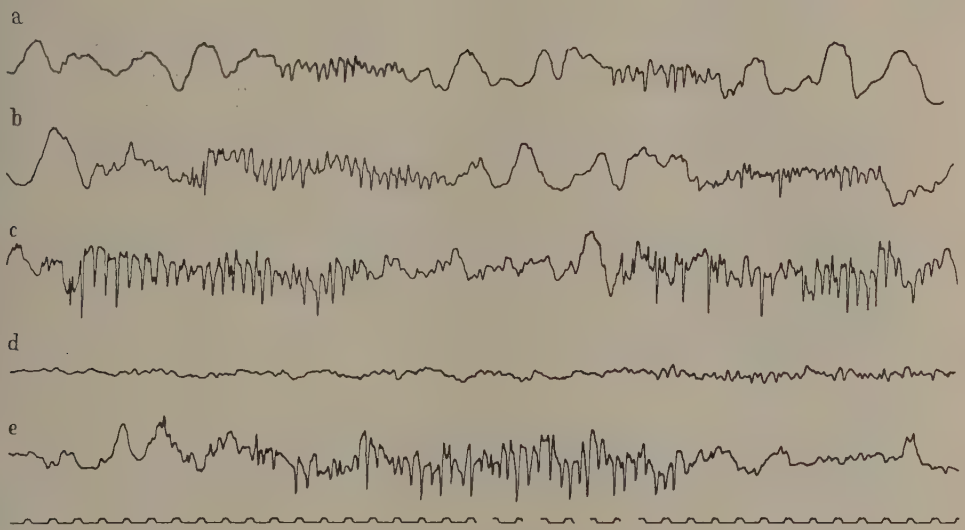


Abb. 12. Elektrobiologische Spannungsabläufe der Area praecentr. granularis des Kaninchens bei Veronaleinwirkung

nungsabläufen äußerte, machte einer starken Erschöpfung Platz. Dieser Erschöpfungszustand hielt ungefähr 3 Minuten an. Darauf zeigten sich wieder die gesteigerten Abläufe, welche stundenlang anhielten und nichts besonderes mehr boten. Betont sei die prinzipiell gleiche Einwirkungsweise des Veronals auf die Großhirnrinde des Kaninchens wie auf die der Katze.

III. Anatomischer Teil

Nach Beendigung der Versuche wurden die Gehirne entnommen und architektonisch untersucht. Die Kenntlichmachung der Ableitestellen wurde erreicht durch Ätzung mit Argentum nitric. oder durch feine Einstiche sofort nach der Tötung der Tiere. In den Fällen, bei denen die Stahlnadelelektroden in die graue Substanz der Hirnrinde eingestochen waren, wurde sofort nach der Tötung eine 10%ige Formalin-Kochsalzlösung in beide Karotiden eingespritzt. Die Elek-

troden blieben dabei in situ; durch die eintretende Härtung wurde später bei der histologischen Untersuchung ein genaues Erkennen der Einstichtiefe ermöglicht. Dieses Vorgehen lehnt sich an Hess an. Die von Gurewitsch angegebene Architektonik der Großhirnrinde bei der Katze weicht wesentlich in der Homologisierung von den Felderungen Klempins beim Hunde, und Brodmanns beim Wickelbären ab. Es besteht also leider noch keine einheitliche und brauchbare architektonische Gliederung der Hirnrinde der Katze; aus diesen Gründen mußten die Ableitestellen genauestens histologisch bestimmt werden.

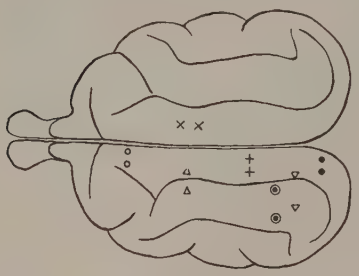


Abb. 13. Schema des Katzengroßhirns von oben mit eingetragenen Ableitestellen

In Anlehnung an die Arbeiten Klempins und Brodmanns wurden die Felder gleichen Baues mit den in den genannten Arbeiten verwendeten Bezeichnungen versehen. Da eine genaue Felderung der Katzengroßhirnrinde weit über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen würde, wurde nur versucht, die Felder, in denen die Ableitestellen lagen, zu beschreiben bzw. nach Möglichkeit zu bestimmen, um Unterlagen für eine eventuelle spätere Kontrolle zu geben. Aus technischen Gründen wurde in der Hauptsache nur von den Regiones occipitalis und postcentralis abgeleitet. Die Schnittserien wurden sagittal und frontal gelegt; die Schnittdicke betrug 10 und 20 μ.

Abb. 14. Sagittalschnitt von Feld **3a** mit Nadeleinstichkanal. Zellfärbung. 50fache Vergrößerung

Auf einem Sagittalschnitt dicht neben der Medianfurche und parallel zu ihr, befinden sich nach Brodmann und Klempin die Felder **4a, 3a + 3b,**

5a, 7a, 19, 18 und das Feld **17a.** Das Gebiet dieser Felder kam nach Eintragung der Ableitestellen in eine Skizze der Hirnoberfläche hauptsächlich in Frage. In der beigegebenen Skizze (Abb. 13) sind die Ableitestellen eingetragen. Je zwei gleichartig bezeichnete Punkte entsprechen der Elektrodenlage eines Versuches.

Abgeleitet wurde von den Feldern **3, 5, 7, 17, 18, 19** und **21.** Hier sind nur die Felder abgebildet und beschrieben, von denen die vorher genau wiedergegebenen und abgebildeten Ergebnisse stammen.

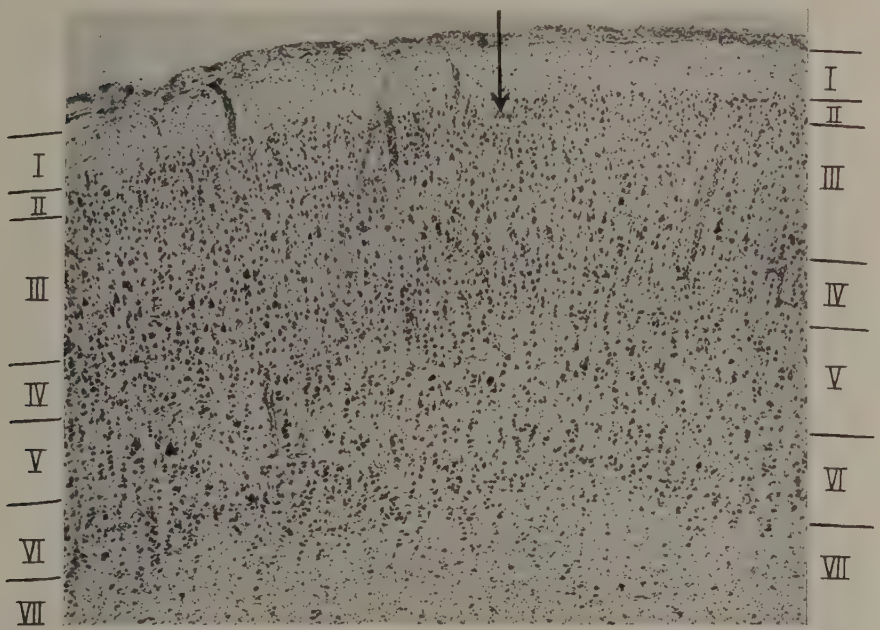


Abb. 15. Rechts Feld **5a**, links Feld **7a**. Architektonische Grenze durch Pfeilmarkierung angegeben. Sagittalschnitt. Zellfärbung. 50fache Vergrößerung

Feld **3a.** Abb. 14 (Versuchsergebnisse Abb. 6).

Dieses Feld gehört zur Regio postcentralis und hebt sich durch das Wiederauftreten einer geschlossenen Körnerschicht von Feld **4** markant ab. Es besitzt eine schmale I, eine zelldichte II, eine zelldichte, breite III, eine schmale IV, eine V, in der es zum Schwund der Riesenzellen kommt und eine zellreiche VI und VII.

In der Regio parietalis unterscheidet Brodmann beim Wickelbären 3 Felder (**5, 7** und **52**), während Klempin beim Hunde nur die Felder **5** und **7** angibt. Abgeleitet wurde aus dieser Region in den Schlafversuchen von den Feldern **5** und **7**.

Feld **5a.** Abb. 15 (Versuchsergebnisse siehe Abb. 4 und 8).

Die zweite Schicht ist zelldicht, die III ist nicht so breit wie in Feld **3,** die IV ist breit, mit grober Körnelung, die V nimmt gegenüber dem Feld **3** an Breite ab.

Die Regio occipitalis wird beim Hunde und beim Wickelbären durch die Felder **17** (Area striata), **18** und **19** gebildet. Bei der Katze lassen sich die gleichen Felder abgrenzen. Die Ableitestellen ließen sich histologisch in den Feldern **17a** und **19** nachweisen.

Feld **17a.** Abb. 16 (Versuchsergebnisse siehe Abb. 6).

Der größte Teil des Feldes **17** liegt auf der Medianseite. Feld **17a** erstreckt sich noch bis auf die laterale Fläche. Die Schichten II und III sind schmal, die IV dagegen besonders breit, und zeigt auch die beim Hunde beschriebene

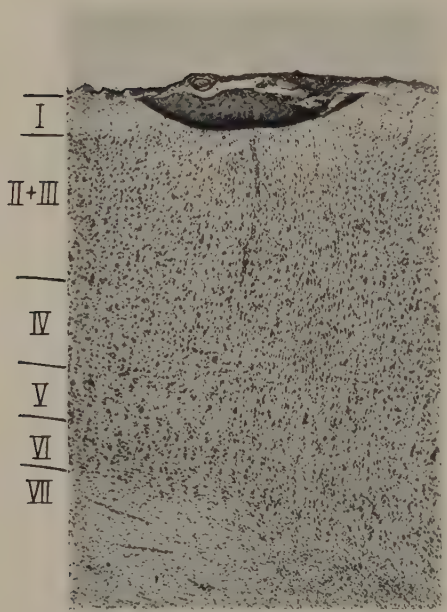


Abb. 16. Area striata der Katze (Feld **17**) mit angeätzter Ableitestelle. Frontalschnitt. Zellfärbung. 50fache Vergrößerung

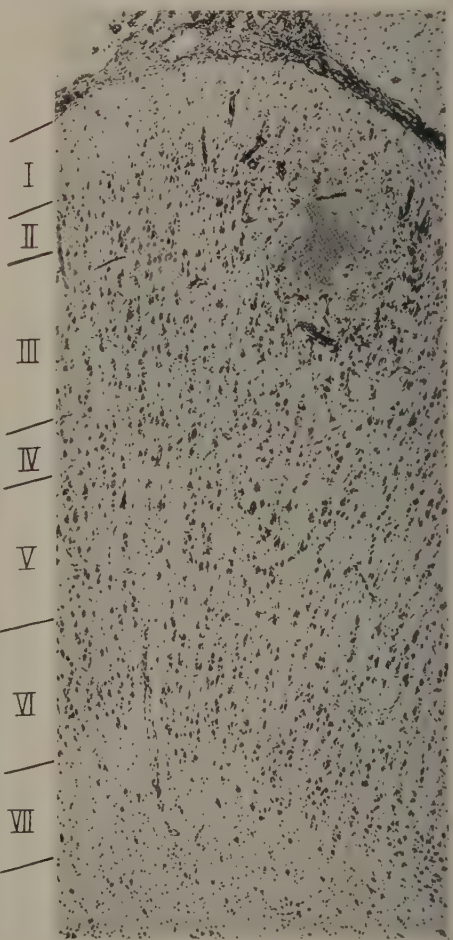


Abb. 17. Feld **21.** Einstichkanal (rechts oben) schräg getroffen. Frontalschnitt. Zellfärbung. 50fache Vergrößerung

Dreiteilung in IVa, IVb und IVc. IVb ist eine Schicht mit großen Zellformen, IVc ist am breitesten und körnerreichsten, die V ist schmal, die VI wird von dichten Zellsäulen gebildet.

Feld **21a.** Abb. 17 (Ergebnisse siehe Abb. 3 und 7).

Das Feld **21** gehört schon zur Regio temporalis. Klempin teilt es beim Hunde in 3 Unterfelder ein. Der Schichtenausbildung nach muß in diesem

Falle bei der Katze das Feld **21a** getroffen sein. II ist schmal, zellreich; III ist breit, verhältnismäßig zellarm; IV ist kleinzellig, nicht sehr breit; V dagegen einheitlich und sehr breit, VI ist großzellig, VII breit.

IV. Zusammenfassung der Ergebnisse

Registriert wurden von den Feldern **3, 5, 7, 17, 18, 19, 21** der Großhirnrinde der Katze bioelektrische Spannungsabläufe im Wachzustand der Tiere, im normalen, natürlichen Schlaf und im Schlaf durch die Schlafmittel Chloralhydrat und Veronal. Parallelversuche mit diesen beiden Mitteln wurden auch an Rindenfeldern des Kaninchens ausgeführt. Die Applikation der Schlafmittel geschah intraperitoneal.

Der normale Schlaf wird gekennzeichnet durch zwei Hauptschlafphasen: Schlafstadium I und Schlafstadium II. Das erste Schlafstadium tritt immer auf. Elektrobiologisch charakterisiert ist dieser Typ gegenüber dem Wachzustand durch einen ganz unregelmäßigen Ablauf der Wellen unter Steigerung der Spannungsproduktion auf das zweifache. Aus Schlafstadium I entwickelt sich, aber nicht immer, das zweite Schlafstadium. In diesem hört der gesteigerte elektrobiologische Energiewechsel auf und macht einer starken Beruhigung Platz. Die Millivoltproduktion ist gegenüber der Norm auf die Hälfte herabgesetzt. Das zweite Schlafstadium kann jederzeit wieder in die erste Phase zurückkehren. Von allen untersuchten Feldern wurde im Prinzip das gleiche Verhalten im normalen Schlaf gefunden. Die Form der Wellen und der Ablauf der Frequenzen ist nach dem anatomischen Bau des untersuchten Feldes verschieden.

Von den untersuchten Schlafmitteln haben sowohl das „Rindenmittel" als auch das „Stammittel" eine charakteristische Wirkung auf die Hirnrinde. Veronal ruft sich periodisch wiederholende elektrobiologische Krampfstromabläufe hervor. Diese Krampfströme wurden nicht auf allen untersuchten Feldern gefunden. Auf der Area striata kam es z. B. nur zu einer Andeutung von Krampfzacken und zu einem Auftreten von sehr raschen Abläufen. Es ist anzunehmen, daß das Auftreten von Krampfströmen eine Frage der Dosierung ist.

Mit Chloralhydrat wurden nie, auch nicht bei letalen Dosen, Krampfströme erhalten. Stromabläufe traten auf, die denen bei Chloroform- und Äthereinwirkung erhaltenen ähnlich sind. Auch hier gilt wieder, daß die Form der Abläufe im einzelnen sich nach dem Bau des betreffenden Feldes richtet.

Normaler Schlaf und Schlaf bzw. Narkosewirkung infolge der hier untersuchten Schlafmittel sind, bioelektrisch gesehen, zwei voneinander verschiedene Dinge. Niemals wurde durch Schlafmittelwirkung das Schlafstadium I oder II des natürlichen Schlafes erhalten. Während der normale Schlaf mit einer „Enthemmung", Steigerung des elektrischen Energiewechsels beginnt, und später in eine maximale Beruhigung der Rindentätigkeit übergeht, zeigt die Hirnrinde bei Schlafmitteleinwirkung dauernd eine rhythmische Tätigkeit. Zu Anfang besteht auch eine Steigerung der mV-Produktion in der Sekunde, die in späteren Stadien abnimmt und bei beginnender Restitution wieder anwächst. Der Tätig-

keitsablauf geht aber nach anderen Gesichtspunkten vor sich, die, elektrobiologisch gesehen, keinen Zusammenhang mit denen des normalen Schlafes haben.

Zum Schluß sei noch auf die Arbeiten O. Vogts über Schlaf und Hypnose hingewiesen. Beim Menschen konnte gezeigt werden, daß im Beginn des spontanen Schlafes, gleichzeitig mit Unerregbarwerden des Hautsinnes, eine Erhöhung des Muskeltonus eintritt, die später einer Atonie im tiefen Schlaf Platz macht. Bringt man im Beginn des spontanen Schlafes vorsichtig, ohne den Schläfer zu wecken, einen Arm in bestimmte Haltungen, so behält er diese bei, während im tiefen Schlaf eine vollständige Atonie vorhanden ist. Diese Beobachtung wurde von anderen Forschern auch an Tieren gemacht (Literatur siehe bei O. Vogt). Ebenso konnte O. Vogt die gleichen Erscheinungen im suggestiven Schlaf, und speziell auch bei der suggerierten Anästhesie beobachten und plethysmographisch aufschreiben. Kurz vor dem Einschlafen erhöht sich der Muskeltonus, es bildet sich ein kataleptischer Zustand der Glieder aus. Bei Zunahme der Schlaftiefe schwindet der hohe Muskeltonus und sinkt unter die Norm. Der Übergang geschieht plötzlich. O. Vogt sieht diese Veränderungen als die Folge eines partiellen Schlafes der sensomotorischen Zentren an. Es konnte nun nachgewiesen werden, daß die eben geschilderten Veränderungen des Muskeltonus auch an Gliedern auftreten, bei denen eine Anästhesie durch Suggestion hervorgerufen wird. Im Augenblick, wo „Anästhesie" suggeriert wird, kommt es zu einem Anstieg des Muskeltonus, später, der Zeitpunkt ist verschieden, zu einem Absinken unter den normalen Wachtonus. Die plethysmographischen Kurven, die bei der Registrierung der Muskeltonusveränderungen im suggestiven Schlaf und bei der suggerierten Anästhesie erhalten werden, sind identisch.

Diese Befunde stimmen überein mit den elektrobiologischen Erscheinungen, die von Großhirnrindenfeldern der Katze im spontanen Schlaf erhalten werden. Das elektrobiologische Schlafstadium I, gekennzeichnet durch eine erhebliche Erhöhung der Spannungsproduktion, entspricht der Gliederkatalepsie; das elektrobiologische Schlafstadium II, gekennzeichnet durch eine unter die Norm absinkende Spannungsproduktion, entspricht dem atonischen Zustande der Muskulatur.

Schrifttum

Berger, H., Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. Arch. f. Psych. *87*. 1929.
Bremer, F., C. r. Soc. Biol. Paris *71*, 460, 464, 861. 1936.
Brodmann, K. Vergleichende Lokalisation der Großhirnrinde. 1925.
Ebbecke, U., Physiologie des Schlafes. Handb. norm. u. path. Physiol. *17*. III.
Economo, C. v., Die Encephalitis lethargica. 1918.
—, Über den Schlaf. 1925.
—, Handb. norm. u. path. Physiol. *17*. 1926.
Gurewitsch, M. und Chatschaturian, A., Zur Zytoarchitektonik der Großhirnrinde der Feliden. Z. Anat. *87*. 1928.
Hess, W. R., Die Methodik der lokalisierten Reizung und Ausschaltung subkortikaler Hirnabschnitte. 1932.

Klempin, F., Über die Architektonik der Großhirnrinde des Hundes. J. Psychol. u. Neur. *26/27*. 1921/22.

Kochmann, M., Narcotica der Fettreihe. Handb. d. exp. Pharm. Ergw. *2* 1936.

Kornmüller, A. E., Bioelektrische Charakteristika architektonischer Felder der Großhirnrinde. Psychiatr.-neur. Wschr. *34*, 3. 1932.

—, Architektonische Lokalisation bioelektrischer Erscheinungen: Untersuchungen am Kaninchen bei Augenbelichtung. J. Psychol. u. Neur. *44*. 1932.

—, Die Ableitung bioelektrischer Effekte architektonischer Rindenfelder. J. Psychol. u. Neur. *45*. 1933.

—, Die bioelektrischen Erscheinungen architektonischer Felder der Großhirnrinde. Biol. Rev. Cambridge philos. Soc. *10*. 1935.

—, Zum Mechanismus des epileptischen Anfalles auf Grund bioelektrischer Untersuchungen am Zentralnervensystem. Fortschr. Neur. Jahrg. VII. *9/10*. 1935.

—, Die bioelektrischen Erscheinungen der Hirnrindenfelder mit allgemeineren Ergebnissen zur Physiologie und Pathophysiologie des zentralnervösen Griseum. Leipzig, Georg Thieme (1937).

Loomis, Harvey und Hobart, Potential Rhythms of the Cerebral Cortex during Sleep. Science (N. Y.) *81*, 597. 1935.

—, Electrical Potentials of the Human Brain. J. of exper. Psychol. *19*, 249. 1936.

Pick, E. P., Über Schlaf und Schlafmittel. Wien. klin. Wschr. Jahrg. XL. *23*, 1927.

Range, R. W., Der Einfluß von Narcotica auf die Tätigkeit der Großhirnrinde des Kaninchens. Bioelektrische Untersuchungen. I. Mitteilung. J. Psychol. u. Neur. *46*. 1934.

Rose, M., Cytoarchitektonischer Atlas der Großhirnrinde des Kaninchens. J. Psychol. u. Neur. *43*. 1931.

Sarason, D., Der Schlaf. Mit Beiträgen von Economo, H. Molitor, E. P. Pick, O. Pötzl und A. Strasser. 1929.

Verworn, M., Der Schlaf. Handwörterb. d. Naturwiss. *8*.

Vogt, O., Zur Kenntnis des Wesens und der psychologischen Bedeutung des Hypnotismus. Z. Hypnotism. *3*. H. X, XI, XII. 1895.

—, Über die Natur der suggerierten Anästhesie. Z. Hypnotism. *7*. H. VI. 1895.

Lebenslauf

Als Sohn des Malermeisters Ernst Klaue und seiner Ehefrau Hedwig wurde ich am 20. Februar 1912 zu Bockwitz, Kreis Liebenwerda, Provinz Sachsen, geboren. In Finsterwalde besuchte ich die Grundschule und in Cottbus die Adolf-Hitler-Oberrealschule. Ostern 1930 legte ich die Reifeprüfung in Cottbus ab. Es folgten Studiensemester in Leipzig, Wien, Freiburg und Berlin. 1932 erfolgte in Freiburg die ärztliche Vorprüfung und am 20. Dezember 1935 bestand ich in Berlin das medizinische Staatsexamen. Im Anschluß daran war ich als Medizinalpraktikant am Kaiser-Wilhelm-Institut für Hirnforschung und an der Inneren Abteilung des Augusta-Hospitals in Berlin tätig.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig 75/37